VRML과 EAI를 이용한 분산 가상환경 기반 교육 시스템의 설계 및 구현

이신걸[†] · 전희성[††]

요 약

본 연구에서는 VRML과 EAI를 이용하여 분산 가상환경 기반의 교육 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 클라이언트-서버 구조로 되어 있으며, 자바에 의해 구현되어 플랫폼에 독립적인 서버와 VRML과 EAI 및 일반 웹브라우저를 이용한 클라이언트로 구성되어 있다.

분산 가상환경에 있어 참여자에 의해 변경된 가상환경의 정보가 다른 사용자에게도 실시간으로 보이며, 또한 변경된 가상환경이 지속적으로 유지된다. 그리고, 현재의 인터넷 환경에 적합하도록 가상환경을 변경하기 위한 정보교환을 최적화하여 다수의 참여자가 동시에 가상환경에 접근할 수 있다.

본 연구에서 구현된 기법을 이용하면 교사와 학생이 인터넷을 통해 실시간으로 의사 전달 및 가상현실 정보와 멀티미디어 정보를 공유할 수 있고 시공간적인 제약을 해소하며 다양한 교육 효과를 얻을 수 있는 가상환경 기반의 교육 시스템을 구현할 수 있다.

Design and Implementation of the Educational System based on the Distributed Virtual Environment using VRML and EAI

Shingeol Lee[†] and Heesung Jun[††]

ABSTRACT

We have designed and implemented an educational system based on the distributed virtual environment. The developed system has a client-server architecture: the platform-independent server is implemented by Java virtual machine and the client is composed of VRML, EAI, and general web browser.

If a change occurs in this virtual environment, all connected users can perceive the updated environment immediately. The system maintains its virtual environment after it is modified by a user. Also, the system can accommodate many users by minimizing the information exchange.

Since users can share multimedia information and virtual objects by overcoming the limitation of time and space, the educational effects can be progressed through the use of the developed system.

1. 서 론

최근 들어 인터넷을 일상 생활에 활용하고 있는 분야는 일일이 열거할 수 없을 정도로 폭발적으로 증가하고 있으며 인터넷을 통한 원격교육에도 관심이 고조되고 있다. 또한 교육 내용의 제공 방법도 컴퓨터 관련 기술과 멀티미디어 기술의 지속적인 발전으로 텍스트 중심의 정보 제공에서 점차 다양한 형태의 정보를 제공하는 방법으로 바뀌고 있으며 이와 관련된 연구가 이루어지고 있다. 또한, 멀티미디어 정보를 효과적으로 수용할 수 있고 넓은 대역폭을 가지는 초고속 정보통신망에 대한 기대 등에 부응해 인터넷을 이용한 교육에 대한 연구가 활발히 진행중이다. 요즈음은 3차원 데이터의 가시화 및 가상현실 [1]을 인터넷에 구현하고자 하는 연구가 활발히 진행중이며 이 연구가 큰 영향을 끼칠 수 있는 분야 중의

본 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

† 울산대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
†† 울산대학교 컴퓨터 · 정보통신공학부 부교수

하나가 교육 분야이다. 이와 관련해 VRML(Virtual Reality Modeling Language)[2]을 교육에 적용하기 위한 시도가 지속적으로 이루어지고 있다.

현재 우리 나라 각급 학교에서의 수업은 일부 새로운 시도가 있기는 하지만 대부분 교과서에 의존하여 진행되고 있는 실정이며 필요에 따라 보조매체를 사용하기도 한다. 교육의 보조매체를 선택할 때는 적합성, 경제성, 활용가능성, 양호성 등의 선정기준[3]을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 적합하게 선택된 보조매체는 교육의 효과를 높이는 데 매우 중요한 역할을 하고 있다.

교육의 보조매체 중 3차원 형상의 보조교구는 사용자가 직접 다루면서 여러 각도에서 볼 수 있고 접촉하여 그 질감을 느낄 수도 있기 때문에, 단순한 2차원인 책이나 그림, 사진보다는 훨씬 교육의 효과를 높일 수 있다. 그러나 이러한 보조교구는 비용, 장소, 시간 등의 제약 때문에 충분히 갖추고 있지 못한 학교가 많이 있는 형편이다.

이런 현실을 극복하기 위해 시공간적인 제약사항의 극복이 가능한 인터넷에 3차원 사물을 비교적 쉽게 구현할 수 있는 VRML로 3차원 보조교구를 구현하고 이를 교육에 적용하여 교육의 효과를 높일 수 있는 방법론의 모색이 본 연구의 주요 목표이다. 이 목표를 달성하기 위해 3차원 가상공간을 교사와 학생이 공유하면서 가상물체와 멀티미디어 정보를 통한 실시간 상호작용을 통해 교육 효과를 증진할 수 있는 시스템을 구성하였다. 또한, 텍스트 중심의 단일 미디어 서비스에서 텍스트, 이미지, 동영상, 3차원 가상현실 정보들을 제공할 수 있는 교육 매체를 구성하였다. 이러한 교육 매체를 통해 학습자와 교사는 원격지에서 인터넷을 사용하여 실시간으로 가상환경을 공유하며 멀티미디어 정보와 실시간으로 변경되는 3차원 가상현실 정보를 통해 학습과 토의 등을 진행할 수 있다.

2절에는 시스템 구성의 핵심기술인 VRML, EAI (External Authoring Interface)[4]와 VRML을 교육에 적용한 사례에 대해 고찰하였고, 3절에서는 분산 가상환경의 개념과 모델에 대해 기술하였으며, 4절에는 분산 가상환경을 통한 교육 시스템의 설계와 구현에 대해 기술하였다. 마지막으로 결론 부분에는 구현 결과 및 성과와 앞으로 해결해야 할 과제에 대해 언급하였다.

2. VRML과 교육

2.1 VRML과 EAI

1994년 W3 국제 회의에서 처음 소개된 VRML은 가상현실을 인터넷을 통해 구현하기 위해 정의된 규약이다. 당시 발표된 VRML 1.0 규약은 단순한 가상공간을 인터넷을 통하여 표현할 수 있는 기술에 대해서만 정의되었으나, 이후 발전된 개념을 채택한 VRML 2.0 규약이 발표되었다. 표 1은 VRML 1.0 규약과 VRML 2.0 규약에 대해 비교한 것이다.

멀티미디어 정보를 표현할 수 있고, HTML, 자바 등의 인터넷 표준 언어 등을 수용할 수 있게 된 VRML 2.0 규약이 발표됨으로서 가상현실을 인터넷에서 표현하기 위한 중요한 기술로 부각되었다.

또한, VRML은 가상현실을 구성하기 위한 다량의 3차원 정보를 인터넷을 통해 전송하기 위해 간단한 텍스트 정보를 전송함으로서 현재의 인터넷 대역폭에서도 충분히 가상현실 정보를 표현할 수 있으며 앞으로 광대역 통신망이 구축되었을 때 더욱 효과적인 기술이 될 것이다.

1997년에 Chris Marrin에 의해 제안된 EAI는 VRML로 구성된 가상현실과의 통신을 위해 제안된 규약이다. VRML 2.0을 사용하면 자바 스크립트나 ECMAScript 등을 통해 가상환경 내에 애니메이션이나 상호작용을 구현할 수 있으나 이러한 형태의 구현에서 가상환경의 참여자는 가상환경 제공자가 미리 구현한 정해진 애니메이션과 상호작용에 수동적으로 참여할 수 밖에 없다. 그러나 이런 단점은 EAI를 이용하여 극복할 수 있는데, 가상환경 제공자는 EAI와 Java로 구현된 인터페이스 프로그램을 통해 VRML로 구현된 가상환경과 통신하게 함으로서 사용자에게 능동적인 형태의 인터페이스를 제공할 수 있다. 이는 EAI와 Java가 특정한 목적에 맞게 다

표 1. VRML 1.0과 VRML 2.0의 비교

기 능	VRML 1.0	VRML 2.0
가상 세계의 형태	정적 가상공간	동적 가상공간
상호작용	불가능	가능
애니메이션	불가능	가능
EAI	불가능	가능
Prototyping	불가능	가능
문자 코드	Ascii	utf-8

양한 기능을 갖는 응용 프로그램을 구현할 수 있는 융통성을 개발자에게 부여함으로서 가상환경의 개발에 다양성을 부여한다. 구체적으로 EAI는 자바 애플릿으로 구현된 외부 응용 프로그램과 VRML로 구성된 가상현실의 장면 그래프 사이에 존재하는 인터페이스로서 자바 애플릿을 통해 VRML의 장면 그래프를 수정하거나 VRML 장면 그래프의 정보를 자바 애플릿으로 전달하는 역할을 수행한다[그림 1].

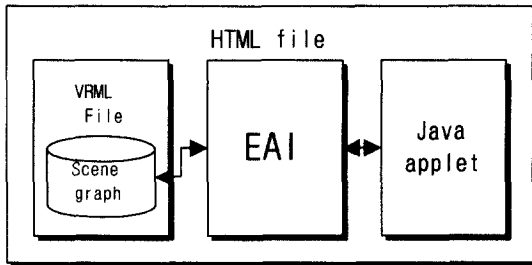



그림 1. EAI의 구조

가상환경 개발자는 EAI를 통해 외부 응용 프로그램과 가상환경간의 정보 교환으로 이벤트의 흐름을 조정할 수 있고, 가상환경에서 발생된 이벤트를 검출하거나, 외부 응용 프로그램을 통해 가상환경의 구조를 구성하는 VRML 장면 그래프에 설정된 값을 읽거나 변경함으로서 개발자가 특정한 목적에 맞는 가상환경을 구현할 수 있다.

2.2 VRML을 통한 교육과 분산 가상환경의 연구 동향

본 연구에서는 교육분야에 분산가상환경을 적용함에 있어 교육 참여자가 쉽게 가상환경 시스템에 접근할 수 있고, 교육 분야에 알맞은 정보를 제공할 수 있는 가상환경을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 그러므로 가상현실을 교육분야에 적용하기 위한 시도와 분산 가상환경을 구현하기 위한 시도에 대해 알아볼 필요가 있다.

가상현실 기술은 2차원 정보보다 다양한 정보 및 증가된 현실감의 제공과 여러 가지 여건으로 인해 수행하기 힘든 실험이나 상황을 수행해 볼 수 있다는 장점으로 인해 기존의 교육 형태에 비해 큰 교육 효과를 이룰 수 있다. 최근 VRML을 이용한 교육에 대한 연구가 지속적으로 추진되고 있는데 VRML에 대한 교육을 가상현실을 이용해 시도한 경우[5]나 가상현실의 현실감을 이용한 가상 역사관을 구성하여 역사 교육에 응용하거나[6], 화학 분자식을 입력하면 사용자의 요구에 따라 화학 분자 구조를 표현하여 주는 VRML 모델러[7] 등은 좋은 예라고 할 수 있다.

또한 다수의 참여자가 원격지에서 가상현실을 공유하며 정보를 교환할 수 있는 분산 가상환경을 구현하기 위한 연구도 지속적으로 진행되어 왔다. VRML과의 연관성을 고려하여 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, 3차원 시뮬레이션 환경에 컴퓨터 네트워크를 이용하여 분산 가상환경을 구축한 분산 상호작용 시뮬레이션 형태와 VRML을 이용하여 클라이언트-서버 구조를 구성한 형태로 나눌 수 있다. 전자의 경우는 독자적인 클라이언트-서버 프로그램을 통해 가상환경을 구축한 형태로 Onlive사의 Traveler[8], Activeworlds사의 Active Worlds[9], Worlds사의 Worlds Chat[10], 스웨덴 연구기관에서 개발된 DIVE [11]등이 여기에 해당된다. 후자의 경우는 VRML과 독자적인 형태의 API를 사용하여 가상환경을 구축하고 클라이언트를 위해 가상환경을 위한 특정 브라우저를 제공하여 가상환경을 구축한 형태로 Sony사의 Community Place[12], Mitsubishi Electric사의 Open Community[13], Intel사의 IDMOO[14], Blaxxun Interactive사의 CyberTown[15]등이 있다.

국내에서도 다중 사용자를 지원하는 웹 기반의 3차원 웹 브라우저 구조를 연구함으로서 독자적인 형태의 분산 가상환경 브라우저의 제작에 대한 연구[16]와 VRML과 EAI를 이용하여 다중 사용자가 가상환경을 공유하는 방법에 대한 연구[17]가 수행되어 왔다. 또한 VRML과 EAI를 이용하여 분산 가상환경을 구축할 때 가상환경의 일관성을 위해 고려해야될 객체 행위의 동기화에 대한 연구[18]등이 진행되어 왔다.

3. 분산 가상환경 모델

분산 가상환경은 가상환경 정보를 제공할 수 있는 서버에 사용자가 네트워크를 통해 접속하여 실시간으로 상호작용을 할 수 있는 시스템을 말한다. 분산 가상환경은 가상환경의 정보를 각 클라이언트가 가지고 있는 형태이거나 서버가 가상환경의 정보를 가지고 있는 형태로 나눌 수 있다. 이러한 시스템을 구

현하기 위해서는 다음과 같은 분산 가상환경의 특징을 고려해야 한다[17].

첫째, 가상공간내의 변화된 정보를 가상환경에 참여한 모든 컴퓨터가 네트워크를 통해 가상환경의 정보를 변경할 수 있는 일관성이 있어야 한다.

둘째, 참여자에 의해 변경된 가상환경의 정보가 지속적으로 유지될 수 있는 영속성이 부여되어야 한다.

셋째, 다중의 사용자가 참여함으로서 발생되는 네트워크 트래픽을 어느 정도 해소하며 최대한 많은 사용자를 수용할 수 있는 확장성을 고려해야 한다.

본 연구에서 구현된 가상환경은 교육적인 응용에 잘 활용될 수 있는 다음과 같은 분산 가상환경 모델의 특징이 있다.

첫째, 가상환경에 참여한 사용자중에서 정보제공자가 교육을 위한 가상물체나 멀티미디어 정보의 URL을 입력하면 가상물체의 삽입이나 멀티미디어 정보의 재생이 실시간으로 이루어지며 가상환경에 접속한 모든 사용자에게 일관된 정보가 제공된다.

둘째, 가상환경을 위한 서버는 사용자에 의해 변경된 가상환경의 정보를 유지하며 새로운 참여자가 가상환경에 접속요청을 하면 기존 사용자에 의해 변경된 정보를 제공함으로서 가상환경의 영속성을 부여한다.

셋째, EAI를 통해 클라이언트-서버 시스템을 구성하고, 최소한의 VRML 노드의 필드 값을 가상환경 변경을 위한 이벤트로 전송함으로서 최대한의 사용자를 수용할 수 있도록 최적화하여 확장성을 보장한다.

가상환경 시스템에는 가상공간 내에서 참여자의 존재여부의 확인과 서로간의 정보교환을 위해 참여자의 가상공간내의 투영인 아바타[19]를 구현하는 경우가 많이 있다. 그러나 아바타의 구현은 참여자의 수가 많아질수록 아바타의 위치정보를 실시간으로 동기화를 해주어야함으로 교육을 위해 다수의 참여자가 참여해야할 경우 가상환경 시스템에 부담을 가중시킨다. 그러므로 본 시스템에서는 아바타를 구현하지 않고, 클라이언트 프로그램의 사용자 인터페이스에 참여자의 목록을 통해 가상환경 참여여부를 확인하고 채팅 창을 통해 정보를 교환할 수 있도록 하였다.

4. 분산 가상환경 기반 교육 시스템의 구현

4.1 가상공간의 기본 구성

본 시스템은 기본적으로 클라이언트-서버로 구성되어 있으며 공간적 제약을 줄이고 웹 브라우저만으로도 교육 시스템에 쉽게 참여할 수 있는 장점을 부여할 수 있도록 인터넷을 전송매체로 한다. 그러므로 사용자는 EAI를 지원하는 VRML 뷰어 플러그인 프로그램을 설치한 웹브라우저만으로도 가상환경에 참여하기 위한 클라이언트를 쉽게 구성할 수 있다.

가상환경을 위한 서버는 각 클라이언트의 관리 및 각 클라이언트 사이에서 발생된 가상환경의 변경을 위한 이벤트 동기화와 가상환경의 영속성을 위한 정보를 저장할 수 있는 기능을 제공할 수 있는 자바 응용 프로그램으로 구성하였다[그림 2].

가상환경의 전체 알고리즘은 다음과 같다,

1) 사용자는 웹브라우저를 통해 가상환경 서버가 실행된 웹서버에 클라이언트 HTML파일을 요청하고, 웹서버는 자바 애플릿과 VRML파일이 삽입된 HTML파일을 전송한다. 클라이언트 웹브라우저는 전송된 문서를 읽어들여 가상환경을 위한 클라이언트를 구성한다.

2) 서버 프로그램은 웹 서버의 지정된 포트를 통해 클라이언트의 접속요청이 있으면 해당 클라이언트의 다음 이벤트를 담당하는 서버 쓰레드를 실행시키고, 영속성을 위한 저장공간을 확인하여 가상환경의 변경된 정보가 있으면 이를 해당 서버 쓰레드를 통해 전송하여 가상 환경의 초기 환경을 클라이언트 측에

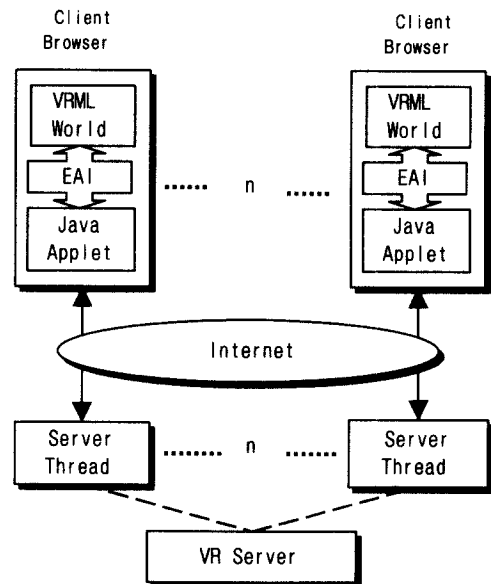



그림 2. 구현된 가상 교육 시스템의 기본 구조

구성한다.

3) 클라이언트에서 가상 환경의 변경에 대한 이벤트가 있을 때 클라이언트는 자신의 가상 환경을 변경시키고 이를 서버에 전달한다. 서버는 영속성을 위해 이벤트를 서버의 저장공간에 저장하고 다른 클라이언트로 전송하여 가상환경을 동기화 한다.

4) 서버는 클라이언트에서 접속해제 요청이 있을 때 담당 서버 쓰레드를 종료한다.

4.2 3차원 가상공간을 위한 서버의 구현

분산 가상환경의 서버는 가상환경에 접속하는 사용자의 이름과 고유 번호를 기억하는 기억공간과 클라이언트의 접속 요청이 있을 때 각 클라이언트를 담당하는 쓰레드를 발생시키는 서버 클래스로 이루어져 있다[그림 3].

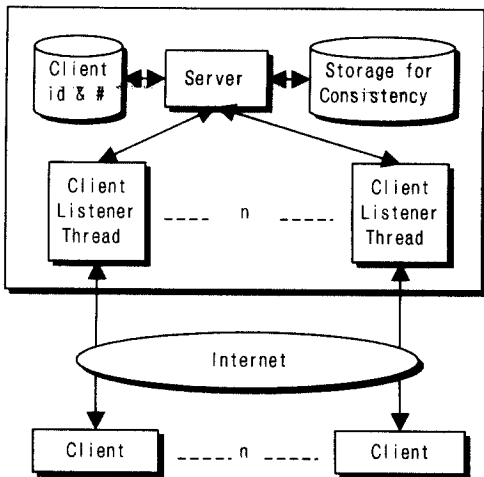



그림 3. 분산 가상환경 서버의 구조

또한, 해당 클라이언트로부터의 이벤트를 감시하고 이벤트를 각 클라이언트로 전송하는 클라이언트 리스너라는 클래스와 현재까지의 가상공간을 변경시킨 이벤트를 저장하고 새로운 클라이언트가 접속할 때 변경된 가상환경의 정보를 제공함으로서 영속성을 부여하는 기억공간을 가지고 있다.

4.3 3차원 가상공간을 위한 클라이언트의 구현

클라이언트는 앞서 언급되었듯이 VRML에 의한 가상세계와 자바 애플릿으로 구성된 웹 페이지 형태로 구성되어 있다. 자바 애플릿은 서버와 통신을 하기 위한 소켓과 서버로부터 전송된 각 이벤트에 따라 수행되는 함수와 사용자 인터페이스로 구현되어 있다[그림 4]. 각 함수는 EAI를 통해 웹 페이지 내에 삽입된 가상환경에 동영상 정보를 삽입하는 기능과 VRML 물체를 삽입하는 기능과 가상환경내의 게시판에 텍스트 정보를 삽입하는 기능을 수행한다. 그리고 사용자 인터페이스는 사용자로부터 가상환경을 변경시키기 위한 정보를 입력받아 소켓을 통하여 서버로 전송하여 주는 역할을 한다.

또한 클라이언트 프로그램을 위한 웹 페이지는 VRML로 구현된 가상환경을 가지고 있다. VRML 파일은 가상환경의 초기 모델을 가지고 있으며, EAI로 연결된 노드를 통해 가상환경 내에 변경되는 정보를 반영한다. 또한 가상환경 내에서 사용자의 상호작용에 의해 문을 여는 등의 간단한 애니메이션을 수행하는 VRML 키 프레임 애니메이션 구조를 가지고 있다.

클라이언트는 가상환경 서버에 접속할 때, 기존 사용자에 의해 변경된 정보를 서버로부터 수신하여 이를 반영함으로서 영속성을 유지하고 이를 사용자에게 제공한다.

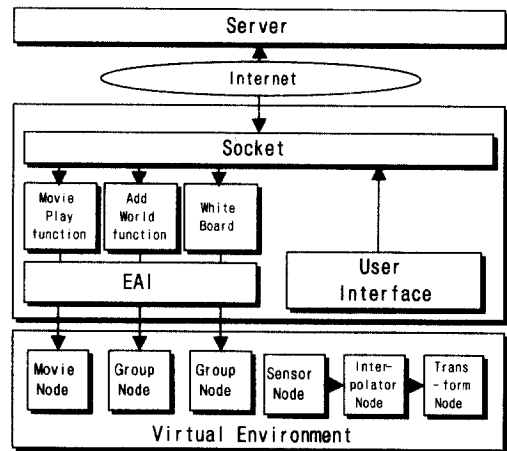



그림 4. 분산 가상환경 클라이언트의 구조

4.4 가상공간내의 이벤트 흐름

가상환경 서버에 클라이언트가 접속을 요청하면 연결되는 과정은 다음과 같다[그림 5].

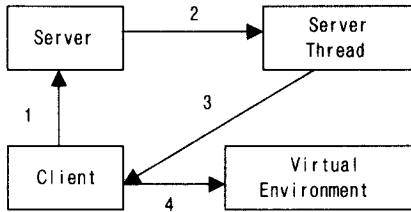
먼저 클라이언트가 가상환경 서버에 사용자가 사

1. Request for connecting with ID
2. Create Server thread
3. Send message ID with initial information for VR
4. Send message of initial information to VE

그림 5. 가상환경 시스템의 초기 접속시 이벤트의 흐름

용자 명을 가지고 접속을 요청한다. 서버는 해당 클라이언트를 담당하는 서버 쓰레드를 실행시키고, 지금까지 접속된 사용자 정보와 변경된 가상환경 정보를 해당 클라이언트로 전송한다. 해당 클라이언트는 서버로부터 전송된 정보를 통해 클라이언트 내의 사용자 정보를 갱신하고, 가상환경에 초기화 정보를 전송하여 가상환경을 동기화 한다.

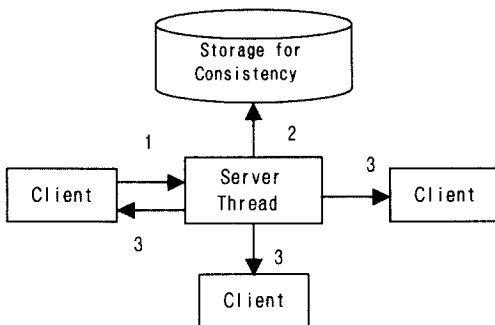
클라이언트간의 가상환경을 변경하기 위한 이벤트는 클라이언트에 의해 발생되어 서버로 전송되고, 서버는 가상환경을 변경하게될 이벤트를 영속성을 위해 저장한다. 그리고 모든 클라이언트로 이 이벤트를 전송하여 가상환경을 동기화 하게 된다[그림 6].

1. Message for changing VR
2. Store message for consistency
3. Broadcasting to change VR

그림 6. 가상환경의 변경을 위한 이벤트의 흐름

그러면 각 클라이언트는 서버로부터의 전송된 이벤트의 헤더 정보를 통해 가상환경을 변경하게 되는데, 이 이벤트의 형태는 크게 네 가지로 나눌 수 있다.

(가) 게시판과 자바 애플릿에 텍스트 정보의 표현을 위한 이벤트 구조

가상환경내의 게시판과 사용자 인터페이스의 채팅 창에 텍스트 정보를 표시하기 위한 이벤트의 구조는 다음과 같다.

Header A	Client ID	String

클라이언트는 게시판을 위한 이벤트의 헤더 정보를 판별하여 가상환경 내의 게시판과 클라이언트의 애플릿에 있는 채팅 창에 사용자 ID와 해당 사용자가 입력한 문자열을 출력해 준다. 그림 7은 두 명의 사용자에 의해 가상환경내의 게시판을 공유하는 그림이다.

그림 7. 가상 게시판

그림 8. 가상 물체가 삽입된 가상환경을 보이는 클라이언트와 서버

(나) 가상환경에 가상물체를 삽입하기 위한 이벤트 구조

사용자에 의해 가상환경에 가상물체를 삽입하기

위한 이벤트 구조는 아래와 같다.

Header B	URL

이벤트의 헤더가 가상환경에 물체를 추가하기 위한 것일 경우 클라이언트는 URL 정보와 함께 물체를 생성하기 위한 VRML의 addChildren 이벤트를 EAI를 통해 VRML 코드로 넘긴다[20]. 그러면 VRML 코드 내에 정의된 그룹 노드는 자바 애플릿으로부터 전송된 이벤트를 통해 가상환경에 가상 물체를 삽입한다. 한 예로 그림 8은 가상공간 내에 한 사용자에 의해 석가탑이 삽입된 클라이언트의 모습과 이에 변경된 정보를 저장하는 서버를 보이고 있다. 이러한 가상물체 삽입을 통해 인터넷에 존재하는 다양한 가상물체를 교육 보조도구로 활용할 수 있다. 한 예로, 인터넷을 통해 http://203.250.64.64/engine.wrl에 존재하는 엔진의 피스톤 운동을 보여주는 가상물체나, 그림 8과 같은 석가탑 가상물체(http://203.250.64.64/sugga.wrl)를 삽입하여 볼 수 있다.

(다) 동영상 재생을 위한 이벤트 구조

가상환경에 동영상 정보를 삽입하기 위한 이벤트 구조는 다음과 같다.

Header C	URL

이벤트의 헤더가 가상환경의 멀티미디어 게시판에 물체를 추가하기 위한 것일 경우 클라이언트는 전송된 URL 정보를 삽입한 VRML MovieTexture 노드를 생성한다. 이를 EAI를 통해 가상환경에 포함시켜 멀티미디어 정보를 표현한다.

그림 9는 사용자에 의해 추가된 동영상 정보가 표현된 클라이언트의 모습을 보이고 있다.

그림 9. 다른 사용자에 의해 동영상 정보가 삽입된 가상환경

(라) 가상환경에 삽입된 정보를 삭제하기 위한 이벤트 구조

가상환경 서버와 클라이언트로 전달되는 이벤트로서 헤더정보만 가지고 있어 서버는 이를 통해 서버 내에 영속성 정보를 변경하고 각 클라이언트로 이 이벤트를 전송한다. 각 클라이언트는 이 이벤트를 통해 가상환경 내에 어떠한 물체를 삭제하기 위한 정보인가를 판단하여 해당 물체를 삭제한다.

Header D

4.5 결과 및 분석

본 시스템은 기존 연구와 비교하였을 때 다음과 같은 특징을 지닌다.

첫째, 기존의 가상환경을 위한 시스템의 경우 독자적인 서버와 클라이언트 프로그램이 필요하나 구현된 시스템의 경우 일반적인 일반 웹브라우저와 웹서버에 가상환경을 구축할 수 있다.

둘째, 가상환경 참여자가 URL만을 입력함으로서 간단히 가상물체와 멀티미디어 정보를 가상환경에 능동적으로 정보를 삽입할 수 있다.

표 2. 기존 가상환경 시스템과의 비교

	기존 웹환경 사용여부	이벤트 동기화	능동적 정보 삽입
Community Place [12]	×	○	×
DVE System [17]	○	○	×
가상 교육 시스템	○	○	○

분산 가상환경을 구현하는데 있어 가상환경을 변경하기 위한 정보의 양을 최적화하여 네트워크가 다수의 사용자를 수용할 수 있는 확장성을 갖는 것이 중요한 데, 구현된 시스템에서는 최소한의 텍스트 정보를 통해 가상환경을 변경하므로 효율적인 시스템을 구현할 수 있었다. 그림 10은 다섯 명의 사용자를 위한 동영상 정보를 제공하는 서버의 프로세서 사용량을 윈도우NT 시스템 성능 모니터를 통해 관찰한 결과이다. 참고로 동영상 정보를 제공하는 서버는 펜

그림 10. 멀티미디어 정보의 처리에 의한 서버의 프로세서 사용량

티엄II 350MHz의 듀얼 프로세서와 128Mbytes의 메인 메모리를 가지고 있으며 OS는 마이크로소프트 윈도우NT 4.0 Service Pack 5를 사용하고 있다.

그림 10에서와 같이 초기 사용자 접속과 동영상 정보를 제공하기 위한 서버의 이벤트 처리 등을 수행하는 서버의 평균 프로세서 사용량이 5%를 넘지 않으므로 서버의 부하가 작다. 이것은 최소한의 이벤트만 처리함으로서 서버가 처리할 프로세스의 부담을 줄였기 때문이다. 다만, 멀티미디어 정보를 제공하는 컴퓨터, 즉 가상환경에 삽입될 데이터를 가지고 있는 컴퓨터의 프로세스 부담이 크다. 그러므로 정보를 분산하여 제공하는 방법에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 본다.

5. 결 론

본 연구에서는 VRML과 EAI를 이용하여 다양한 정보를 수용할 수 있는 분산 가상환경을 구축함으로서 인터넷을 통해 실시간으로 교사와 학생간에 의사전달 및 가상현실 정보를 제공할 수 있는 학습 시스템을 구현할 수 있었다. 그리고, 구현된 시스템을 통해 인터넷에 산재해 있는 VRML로 구현된 3차원 교육자료나 교사에 의해 구현된 가상현실 자료와 멀티미디어 자료를 실시간으로 학생과 공유할 수 있다. 그리고 2차원적인 정보에 비해 효율적인 3차원 정보를 가진 교육 보조교구와 멀티미디어 정보를 통해 수업을 진행할 수 있으므로 학습 효과를 배가할 수 있을 것으로 본다.

구현된 분산 가상환경 기반 교육 시스템의 주요 특징은 다음과 같다.

첫째, 구현된 분산 가상환경의 클라이언트-서버 구조는 자바 응용프로그램으로 구현되어 운영체제와 플랫폼에 독립적인 구조로서 특별한 응용 프로그램이 필요하지 않고 일반적인 웹 브라우저만으로 분산 가상환경 시스템에 참여할 수 있는 클라이언트로 구성되어 있다.

둘째, 가상환경을 변경하기 위한 정보가 다량의 3차원 데이터가 아닌 VRML 노드의 필드를 변경하는 간단한 텍스트 정보이므로 클라이언트와 서버간의 정보의 흐름이 적다. 그러므로 현재의 네트워크 대역폭으로도 충분히 수용할 수 있다.

셋째, 가상환경에서 사용자에 의해 변경된 정보가 다른 사용자에게 전달되어 가상환경에 대한 정보를 변경함으로써 분산 가상환경에서의 영속성을 보장한다.

넷째, 분산 가상환경을 교육에 적용하는데 있어 가장 활용도가 높은 정보인 동영상 정보와 3차원 가상 물체를 다수의 사용자가 실시간으로 추가 및 삭제를 하면서 공유할 수 있는 환경으로 구축되어 있다.

다섯째, 교육의 보조매체로서 적용할 수 있는 분산 가상환경을 구현함으로써 인터넷과 일반 웹 브라우저의 사용만으로 시스템을 구성할 수 있으므로 교육 보조매체 선정의 경제성과 활용가능성을 높였다.

사용자 모습의 가상환경 내에 투영인 아바타는 본 연구에서 구현되지 않았다. 다수의 참여자가 동시에 접근하는 교육시스템에 있어 아바타의 사용과 그 상호작용에 의한 정보의 표현으로 인해 가상환경의 확장성이 저해될 수 있으므로 사용자 인터페이스에 사용자의 목록을 표시하는 기능과 기본적인 채팅기능을 구현함으로써 아바타의 기능을 대신하였다.

가상환경에 삽입될 정보를 저장하고 있는 컴퓨터에 다수에 사용자가 동시에 접근하여 전체 가상환경 시스템의 효율을 저하시킬 수 있으므로 정보를 가지고 있는 컴퓨터의 부담을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 이를 위해 다수의 참여자가 가상환경에 참여했을 때, 가상환경에 제공될 정보를 분산된 정보 제공 서버에 저장해 두고 가상환경 서버가 사용자의 접근을 분산시켜 주는 기능 등에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

[1] 최윤철, 한탁돈, 조성배, 인터넷 배움터, 생능출

판사, 1999

[2] VRML consortium, "VRML 2.0 Specification", http://www.vrml.org/Specifications

[3] 이성호, 교수방법의 탐구, 양서원, 1995

[4] Chris Marrin, "External Authoring Interface", http://vrml.sgi.com/moving-worlds/spec/ExternalInterface.html

[5] V. Geroimenko, M. Phillips, "Multi-user VRML environment for teaching VRML : immersive collaborative learning", Information Visualization, 1999. Proceedings. 1999 IEEE International Conference, pp.45-47, 1999

[6] 오필우, 구덕회, 김영식, 김태영, "VRML을 이용한 웹 기반 가상현실 역사 학습 코스웨 어의 설계 및 구현", 컴퓨터교육학회논문지, 제2권, 제1호, 1999

[7] Frank Oellien, "VRML File Creator for Chemical Structures", http://www2.ccc. uni-erlangen.de/services/vrmlcreator/

[8] Onlive Inc., "Onlive! Traveler", http://www.onlive.com/

[9] Activeworlds inc., "Active Worlds", http://www.activeworlds.com/

[10] Worlds Inc., "Worlds Chat", http://www.worlds.net/

[11] The Swedish Institute for Computer Science, "DIVE", http://www.sics.se/dive/

[12] Sony Inc. "Community Place", http://sonypic.com/vs/index.html

[13] Mitsubishi Eletric inc., "Open Community", http://www.opencommunity.com/

[14] Intel Inc. "IDMOO", http://connectedpc.com/iaweb/idmoo/

[15] Blaxxun Interactive inc., "CyberTown", http://www.cybertown.com/

[16] 원광연, 황명규, 최지영, 이휘재, "LANDSCAPE : WWW하부구조에 기반한 다중 참여 자 3차원 브라우저", 정보과학회논문지(C), 제3권, 제6호, pp.765-773, 1997

[17] 이진호, 고견, 최윤철, "WWW에서 다중 사용자를 지원하는 가상환경 공유 기법", 정보 과학회 논문지(A), 제25권, 제4호, pp.331-341, 1999

[18] 염창근, 문석원, 박경환, "가상대학 시스템에서 EAI를 이용한 VRML world 동기화", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, Vol.25, No.1, pp. 745-747, 1998

[19] Peter Anders, *Envisioning Cyberspace*, Mc-Graw-Hill, 1998

[20] Andrea L. Ames, David R. Nadeau, John L. Moreland, *VRML 2.0 Sourcebook*, John Wiley & Sons, Inc., 1996

이 신 걸

1997년 2월 울산대학교 물리학과 (이학사)
1999년 2월 울산대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
1999년~현재 울산대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
관심분야 : 컴퓨터비젼, 가상현실

전 희 성

1981년 2월 서울대학교 전기공학과(공학사)
1983년 2월 서울대학교 전기공학과(공학석사)
1992년 5월 Rutgers-The State University of New Jersey (Ph. D.)
1983년~1986년 금성반도체(주) 주임연구원
1992년~1993년 삼성전자(주) 통신연구소 수석연구원
1993년~현재 울산대학교 컴퓨터·정보통신공학부 부교수
관심분야 : 컴퓨터비젼, 영상처리, 가상현실